



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 06 145 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 H 3/66**

②① Aktenzeichen: 102 06 145.9  
②② Anmeldetag: 14. 2. 2002  
④③ Offenlegungstag: 26. 9. 2002

DE 102 06 145 A 1

③⑩ Unionspriorität:  
09782881 15. 02. 2001 US

⑦① Anmelder:  
General Motors Corporation, Detroit, Mich., US

⑦④ Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

⑦② Erfinder:  
Stevenson, Paul D., Ann Arbor, Mich., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Lastschaltgetriebe mit einem ein Reibungsanlaufdrehmoment übertragenden Mechanismus in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung

⑤⑦ Ein Antriebsstrang enthält ein Lastschaltgetriebe mit einer Antriebswelle, die kontinuierlich direkt zwischen einem Motor und ein Planetenradelement eines ersten Planetenradsatzes geschaltet ist. Ein anderes Element des Planetenradsatzes wird durch einen Drehmomentübertragungsmechanismus wahlweise gesperrt, um während des Anfahrens eines den Antriebsstrang enthaltenden Fahrzeugs ein Reaktionselement einzurichten. Das Reaktionselement wird während sowohl des niedrigsten Vorwärtsantriebsverhältnisses als auch des Rückwärtsantriebsverhältnisses eingerichtet. Ein drittes Element des Planetenradsatzes überträgt das Drehmoment von der Antriebswelle, durch den Planetenradsatz modifiziert, zu anderen Planetenradsätzen in stromabwärtiger Kraftflußanordnung mit dem ersten Planetenradsatz. Der das Reaktionselement des ersten Planetenradsatzes sperrende Drehmomentübertragungsmechanismus ist vorzugsweise eine Bremse mit zwei Halbbändern.

DE 102 06 145 A 1

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Lastschaltgetriebe mit automatischem Gangwechsel und insbesondere auf Lastschaltgetriebe mit einem einzigen Drehmomentgeber, der wahlweise betätigt werden kann, um sowohl einen Vorwärts- als auch Rückwärtsantrieb zu vollenden.

[0002] Bei Lastschaltgetrieben mit automatischem Gangwechsel ist es übliche Praxis, einen hydrodynamischen Fluidantrieb wie z. B. ein Drehmomentwandler zwischen der Leistungsquelle (Motor) und der mehrstufigen Zahnradkonfiguration wie z. B. einer Planetenradanordnung zu installieren. Der Drehmomentwandler (TC = torque converter) schafft einen Drehmomentvervielfacher bzw. ein Leitrad zwischen dem Motor und dem Räderwerk, um die Wirksamkeit beim Anfahren des Fahrzeugs zu verbessern. Das Drehmomentverhältnis des TC liegt je nach der speziellen Anwendung im allgemeinen im Bereich von 1,60 bis 3,3. Bekanntlich ist der TC eine Schlupfvorrichtung, die beim Anfahren des Fahrzeugs einen hohen Verlust an Wirkungsgrad aufweist. Dieser Verlust nimmt ab, dauert aber an, während sich der TC einem Übersetzungsverhältnis von 1,0 zu 1,0 bei hoher Drehzahl und geringem Drehmoment nähert. In der letzten Zeit wurde den meisten Getrieben eine Drehmomentwandlerkupplung hinzugefügt, um den TC wirkungsvoll vom Trichweg zu nehmen und dadurch den Gesamtwirkungsgrad des Getriebes zu verbessern.

[0003] Es wurden andere Überlegungen angestellt, um den Gesamtwirkungsgrad des Getriebes zu verbessern. Zum Beispiel wurde die Verwendung einer Anlaufkupplung anstelle eines TC vorgeschlagen und in einigen Fällen genutzt. Das Aufkommen elektronischer Steuerungen verbessert den Betrieb einer Anlaufkupplung als eine Vorrichtung beim Anfahren des Fahrzeugs. Die Kupplung ist jedoch eine Drehvorrichtung mit all den mit solch einer Vorrichtung verbundenen komplizierten Sachverhalten. Die Steuerung erfordert eine beträchtliche Genauigkeit, um einheitliche Füllzeiten sicherzustellen und variable Fluidlecke an den Dichtungen der rotierenden Wellen zu kompensieren. Dies erfordert über einen weiten Bereich von Betriebsanforderungen genaue hydraulische Stromvolumina und eine genaue Drucksteuerung. Die Verwendung einer Anlaufkupplung ersetzt auch nur einen Drehmechanismus durch einen anderen, wenn auch einen effizienteren Mechanismus. Es gibt auch nur eine geringe Einsparung an axialem Raum und möglicherweise kompliziertere Steuermerkmale.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Lastschaltgetriebe mit einem verbesserten Reibungsanfahrmechanismus zu schaffen.

[0005] Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein wahlweise betätigbarer Drehmomentübertragungsmechanismus in Eingriff gebracht, um sowohl einen Vorwärts- als auch Rückwärtsbetrieb in einem Lastschaltgetriebe einzuleiten. Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung steuert der Drehmomentübertragungsmechanismus den Drehmomentübertragungsvorgang eines Planetenradelements eines Verhältnis-Planetenradsatzes in einem mehrstufigen Lastschaltgetriebe. Gemäß noch einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung hat das Planetenradelement während des Anfahrens in sowohl dem Vorwärts- als auch Rückwärtsbetrieb den gleichen Drehsinn.

[0006] Gemäß noch einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Drehmomentübertragungsmechanismus ein stationäres Reaktionselement. Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wendet der Drehmomentübertragungsmechanismus keine unausgeglichene radiale Kraft auf das Planetenradelement

an. Gemäß noch einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung nutzt der Drehmomentübertragungsmechanismus halb umgreifende Bänder mit einer Doppel-Servo-einrichtung, um die radialen Kräfte zu reduzieren und die Empfindlichkeit des Drehmomentübertragungsmechanismus auf Änderungen im Reibungskoeffizienten zu verringern.

[0007] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Zeichnungen beschrieben, in diesen zeigt:

10 [0008] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer mehrstufigen Planetenradanordnung in einem Lastschaltgetriebe, das die vorliegende Erfindung enthält,

[0009] Fig. 2 ein Hebeldiagramm der in Fig. 1 gezeigten Planetenradanordnung,

15 [0010] Fig. 3 ein Wahrheitstabellendiagramm, das die Übersetzungsverhältnisse und das Schaltprogramm für den Eingriff von Drehmomentübertragungsmechanismen für die in Fig. 1 gezeigte Planetenradanordnung beschreibt,

[0011] Fig. 4 eine isometrische Ansicht eines mit der vorliegenden Erfindung genutzten Drehmomentübertragungsmechanismus, und

[0012] Fig. 5 einen Aufriss des in Fig. 4 gezeigten Drehmomentübertragungsmechanismus.

[0013] Ein Antriebsstrang 10 weist eine Leistungsquelle wie z. B. einen herkömmlichen Verbrennungsmotor 12, ein mehrstufiges Planetengetriebe 14 und einen herkömmlichen Achsantriebsmechanismus 16 auf. Das Planetengetriebe 14 enthält eine mit dem Motor 12 direkt verbundene Antriebswelle 18, eine mehrstufige Planetenradanordnung 20 und eine Abtriebswelle 22, die mit dem Achsantriebsmechanismus 16 direkt verbunden ist. Die Planetenradanordnung weist einen zusammengesetzten Planetenradsatz 24, zwei einfache Planetenradsätze 26 und 28, vier wahlweise in Eingriff bringbare stationäre drehende Drehmomentübertragungsmechanismen 30, 32, 34 und 36 und zwei wahlweise in Eingriff bringbare drehende Drehmomentübertragungsmechanismen 38 und 40 auf.

[0014] Die drehenden Drehmomentübertragungsmechanismen 38 und 40 sind herkömmliche fluidbetätigte Kupplungseinheiten, deren Aufbau in der Technik der Lastschaltgetriebe bekannt ist. Die stationären drehenden Drehmomentübertragungsmechanismen 32 und 34 sind herkömmliche fluidbetätigte Bremseinheiten von entweder dem Reibplatten- oder Bandplattentyp. Der stationäre Drehmomentübertragungsmechanismus 36 ist vorzugsweise eine Bandbremseinheit. Der stationäre Drehmomentübertragungsmechanismus 30 ist eine Bandbremse und vorzugsweise eine geteilte Ausführung 30B mit Halbbändern, wie in Fig. 4 gezeigt ist. Der Grund für diese Ausführung einer Bremseinheit wird in der folgenden Beschreibung ersichtlicher werden. Die drehenden Drehmomentübertragungsmechanismen werden durch einen nicht dargestellten herkömmlichen elektrohydraulischen Mechanismus, der eine hydraulische Ventilanordnung und eine elektronische Steuereinheit (ECU = electronic control unit) umfasst, die einen herkömmlichen programmierbaren digitalen Computer enthält; in eingrückten bzw. in Eingriff gebrachten und ausgerückten bzw. außer Eingriff gebrachten Zuständen gesteuert. Die drehenden Drehmomentübertragungsmechanismen werden gemäß Leistungs- und Betriebssignalen wie z. B. Motordrehzahl, Fahrzeuggeschwindigkeit und Motordrehmoment, um einige zu nennen, in Eingriff oder außer Eingriff gebracht. Dem Fachmann für Getriebesteuerung werden die vielen Merkmale und Funktionen vertraut sein, die mit elektronischen Steuerungen zur Verfügung stehen.

[0015] Der Planetenradsatz 24, der demjenigen ähnlich ist, der in dem am 06. Juni 2000 an Koivunen erteilten US-Patent Nr. 6,071,208 gezeigt ist, weist ein Sonnenradele-

ment 42, ein Hohlradelement 44 und ein Planetenträgerelement 46 auf, das ein Kreuz oder einen Käfig 48 enthält, der mehrere, ineinandergreifende Planetenräder 50 und 52 drehbar montiert bzw. trägt, die in einer kämmenden bzw. ineinandergreifenden Beziehung mit dem Sonnenradelement 42 bzw. dem Hohlradelement 44 angeordnet sind. Das Planetenträgerelement 46 steht über die Antriebswelle 18 mit dem Motor 12 in kontinuierlicher Antriebsverbindung. Das Sonnenradelement 42 steht in Wirkverbindung mit dem stationären Drehmomentübertragungsmechanismus 30 und dem drehenden Drehmomentübertragungsmechanismus 38. Das Hohlradelement 44 steht in Wirkverbindung mit dem stationären Drehmomentübertragungsmechanismus 36. Wenn der stationäre Drehmomentübertragungsmechanismus 30 wahlweise in Eingriff gebracht wird, wird das Sonnenradelement 42 stationär gehalten, und wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 38 wahlweise in Eingriff gebracht wird, wird das Sonnenradelement 42 über die Antriebswelle 18 direkt mit dem Motor 12 oder mit einem zwischen den Motor 12 und die Welle 18 geschalteten Schwingungsisolator oder -dämpfer verbunden. Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 36 wahlweise in Eingriff gebracht wird, wird das Hohlradelement 44 stationär gehalten.

[0016] Der Planetenradsatz 26 weist ein Sonnenradelement 54, ein Hohlradelement 56 und einen Planetenträger 58 auf, der einen Käfig oder ein Kreuz 60 enthält, das mehrere Planetenräder 62 drehbar montiert bzw. trägt, die mit sowohl dem Sonnenradelement 54 als auch dem Hohlradelement 56 in ineinandergreifender Beziehung angeordnet sind. Das Hohlradelement 56 steht mit dem Drehmomentübertragungsmechanismus 40 in Wirkverbindung. Das Planetenträgerelement 58 steht mit der Abtriebswelle 22 in kontinuierlicher Antriebsverbindung. Das Sonnenradelement 54 ist kontinuierlich mit einem Sonnenradelement 64 des Planetenradsatzes 28 verbunden. Beide Sonnenradelemente 54 und 64 stehen mit dem Drehmomentübertragungsmechanismus 34 in Wirkverbindung, der, wenn er in Eingriff gebracht ist, die Sonnenradelemente 54 und 64 stationär halten wird. Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 in Eingriff gebracht wird, dreht das Hohlradelement 56 über die Antriebswelle 18 im Einklang mit dem Motor 12.

[0017] Der Planetenradsatz 28 weist ebenfalls ein Hohlradelement 66 und ein Planetenträgerelement 68 auf, das ein Kreuz oder einen Käfig 70 enthält, auf welchem mehrere Planetenräder 72 drehbar montiert sind, die mit sowohl dem Sonnenradelement 64 als auch dem Hohlradelement 66 in ineinandergreifender Beziehung angeordnet sind. Das Hohlradelement 66 ist kontinuierlich mit dem Hohlradelement 44 des Planetenradsatzes 24 verbunden und steht mit dem Drehmomentübertragungsmechanismus 36 in Wirkverbindung. Das Planetenträgerelement 68 steht mit dem Drehmomentübertragungsmechanismus 32 und dem Drehmomentübertragungsmechanismus 40 in Wirkverbindung. Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 36 wahlweise in Eingriff gebracht wird, werden beide Hohlradelemente 66 und 44 stationär gehalten. Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 wahlweise in Eingriff gebracht wird, wird das Planetenträgerelement 68 über die Antriebswelle 18 im Einklang mit dem Motor 12 und auch mit dem Hohlradelement 56 drehen. Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus 32 wahlweise in Eingriff gebracht wird, werden das Planetenträgerelement 68 und das Hohlradelement 56 stationär gehalten.

[0018] In Fig. 2 stellt ein Hebeldiagramm 10A den Antriebsstrang 10 in einer modifizierten Form dar. Den entsprechenden Elementen des Hebeldiagramms 10A ist die gleiche numerische Bezeichnung wie den Elementen des An-

triebsstrangs 10 mit einem Zusatz A gegeben. Zum Beispiel repräsentiert der Hebel 24A den Planetenradsatz 24, und der Knoten 42A repräsentiert das Sonnenradelement 42. Die Planetenradsätze 26 und 28 sind als einzelner Hebel mit der Bezeichnung 26A, 28A kombiniert. Der Abschnitt 26A besteht aus Knoten 54A, 56A und 58A; der Abschnitt 28A besteht aus Knoten 64A, 66A und 68A. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind diese einfachen Planetenradsätze 26 und 28 an zwei Elementen, nämlich den Sonnenradelementen 54 und 64 und dem Hohlradelement 56 und Planetenträgerelement 68 verbunden. Der Hebel 26A, 28A weist folglich zwei Knoten mit dualen Bezeichnungen auf.

[0019] Während eines Betriebs des Getriebes wird ein Neutralzustand eingerichtet, indem alle Drehmomentübertragungsmechanismen außer Eingriff gebracht werden. Um ein Rückwärtsantriebsverhältnis einzurichten, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 32 vollständig in Eingriff gebracht, und der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 wird unter gesteuerten, von den durch die ECU empfangenen Signalen abhängigen Bedingungen in Eingriff gebracht. Der Drehmomentübertragungsmechanismus 32 richtet sowohl das Planetenträgerelement 68 als auch das Hohlradelement 56 als Reaktionselemente in ihren jeweiligen Planetenradsätzen 28 und 26 ein. Um ein gesteuertes Anfahren bzw. Anlaufen zu liefern, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 32 vor der Einleitung eines Eingriffs des Drehmomentübertragungsmechanismus 30 vollständig in Eingriff gebracht. Der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 ist eine Anfahrvorrichtung für das Rückwärtsantriebsverhältnis. Der gesteuerte Eingriff des Drehmomentübertragungsmechanismus 30 hat ein gesteuertes Anfahren oder eine gesteuerte Beschleunigung des Fahrzeugs zur Folge, in dem der Antriebsstrang installiert ist. Das so eingerichtete Verhältnis wird auch als das Rückwärts-Anfahrverhältnis bezeichnet. Aus der Planetenradanordnung 14 in Fig. 1 kann man ohne weiteres erkennen, dass das Sonnenradelement 42 ein Reaktionselement ist und das Planetenträgerelement 46 ein Eingangs- bzw. Antriebsselement ist. Bei dieser Anordnung wird das Hohlradelement 44 bei einer reduzierten Drehzahl vorwärts, die Richtung der Motordrehung, angetrieben. Das Hebeldiagramm 10A stellt den gleichen Vorgang dar. Der Knoten 42A wird durch den Drehmomentübertragungsmechanismus 30A stationär gehalten, und der Knoten 46A wird nach rechts, die Motorantriebsrichtung, getrieben bzw. gedrängt, was zur Folge hat, dass der Knoten 44A nach rechts gedrängt wird. Der Knoten 56A, 68A des Hebels 26A, 28A ist durch den Drehmomentübertragungsmechanismus 32A gesperrt (grounded), und der Knoten 66A wird durch den Knoten 44A nach rechts gedrängt. Bei diesem Vorgang wird der Abtriebsknoten 58A nach links gedrängt, so dass ein Rückwärtsbetrieb erreicht wird. Das Rückwärtsantriebsverhältnis wird durch alle drei Planetenradsätze 24, 26 und 28 beeinflusst.

[0020] Um das erste Vorwärtsantriebsverhältnis vom Neutralzustand aus einzurichten, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 34 vollständig in Eingriff gebracht, und der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 wird unter gesteuerten Bedingungen in Eingriff gebracht, die von den Befehlen vom Bediener abhängen, wie sie durch die ECU interpretiert werden. Das so eingerichtete Verhältnis wird auch als das Vorwärts-Anfahrverhältnis bezeichnet. Der Drehmomentübertragungsmechanismus 34 richtet sowohl das Sonnenradelement 64 als auch das Sonnenradelement 54 als Reaktionselemente in ihren jeweiligen Planetenradsätzen 28 und 26 ein. Um ein gesteuertes Anfahren zu liefern, wird vor der Einleitung eines Eingriffs des Drehmomentübertragungsmechanismus 30 der Drehmomentübertragungsmechanismus 34 vollständig in Eingriff gebracht.

Der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 ist eine Anfahrvorrichtung während des ersten Vorwärtsantriebsverhältnisses. Da der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 in Eingriff gebracht ist, wird das Fahrzeug in kontrollierter Weise beschleunigen. Wie aus Fig. 2 evident ist, ist der Knoten 42A ein Reaktionspunkt, ist der Knoten 46A ein Eingangs- bzw. Antriebspunkt, und der Knoten 44A wird nach rechts gedrängt. Der Knoten 54A, 64A des Hebels 26A, 28A wird durch den Drehmomentübertragungsmechanismus 34A stationär gehalten, und der Knoten 66A ist ein Antriebsknoten. Der Ausgangs- bzw. Abtriebsknoten 58A wird bei einem reduzierten Drehzahlwert nach rechts gedrängt. Wie bei dem Rückwärtsantriebsverhältnis nutzt das erste Vorwärtsantriebsverhältnis alle drei Planetenradsätze 24, 26 und 28.

[0021] Um das zweite Vorwärtsverhältnis einzurichten, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 außer Eingriff gebracht, und der Drehmomentübertragungsmechanismus 38 wird in Eingriff gebracht, während der Drehmomentübertragungsmechanismus 34 im Eingriff verbleibt. Dies richtet den Planetenradsatz 24 (Hebel 24A) in einer 1-zu-1-(direkten) Beziehung ein und bringt den Motorantrieb auf das Hohlradelement 66 (Knoten 66A). Die Sonnenrad-elemente 54, 64 (Knoten 54A, 64A) werden stationär gehalten, so dass sie als Reaktionselemente in der Planetenradanordnung 14 eingerichtet sind. Das Planetenträgerelement 58 (Knoten 58A) ist das Abtriebsselement, welches bei einer reduzierten Drehzahl vorwärts angetrieben wird. Das zweite Vorwärtsverhältnis ist durch die Planetenradsätze 26 und 28 bestimmt.

[0022] Das dritte Vorwärtsantriebsverhältnis wird eingerichtet, indem der Drehmomentübertragungsmechanismus 38 gelöst und der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 in Eingriff gebracht wird. Dies vollendet den Verhältniswechsel vom zweiten Vorwärtsverhältnis zum dritten Vorwärtsverhältnis. Der Eingriff des Drehmomentübertragungsmechanismus 40 richtet das Hohlradelement 56 (Knoten 56A) als ein Antriebsselement ein, und das Sonnenrad-element 54 (Knoten 54A) bleibt ein Reaktionselement. Der Planetenradsatz 26 (Hebel 26A) wird als Übersetzung ins Langsame konditioniert, so dass das Planetenträgerelement 58 (Knoten 58A) bei einer reduzierten Drehzahl in Bezug auf das Hohlradelement 56 vorwärts dreht.

[0023] Um das vierte Vorwärtsantriebsverhältnis einzurichten, wird während des Übersetzungs- bzw. Verhältniswechsels vom dritten zum vierten der Drehmomentübertragungsmechanismus 34 außer Eingriff gebracht, und der Drehmomentübertragungsmechanismus 38 wird in Eingriff gebracht, während der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 im Eingriff verbleibt. Dies bringt den Planetenradsatz 24 (Knoten 24A), den Planetenradsatz 28 (Knoten 28A) und den Planetenradsatz 26 (Knoten 26A) alle in eine direkte 1-zu-1-Antriebsbeziehung. Folglich drehen die Antriebswelle 18 und die Abtriebswelle 22 im Einklang mit dem Motor 12.

[0024] Um das fünfte Vorwärtsantriebsverhältnis mit einem Wechsel vom vierten Vorwärtsantriebsverhältnis aus einzurichten, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 38 außer Eingriff gebracht, und der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 wird in Eingriff gebracht, während der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 im Eingriff verbleibt. Dies konditioniert das Sonnenradelement 42 (Knoten 42A) als ein Reaktionselement und sowohl das Planetenträgerelement 46 (Knoten 46A) als auch das Hohlrad-element 56 (Knoten 56A) als Antriebsselemente. Das Hohlrad-element 66 (Knoten 66A) wird ebenfalls vorwärts angetrieben. In Fig. 2 kann man erkennen, dass eine Vorwärtskomponente von weniger als Eins am Knoten 66 und eine

Einheits-Antriebskomponente (Motordrehzahl) am Knoten 56A, 68A einen Abtrieb mit einer Übersetzung ins Schnelle am Knoten 58A zur Folge haben werden. Das fünfte Vorwärtsantriebsverhältnis ist durch alle drei Planetenradsätze 24, 26 und 28 bestimmt.

[0025] Um das sechste (höchste) Vorwärtsantriebsverhältnis mit einem Wechsel vom fünften Vorwärtsverhältnis aus einzurichten, wird der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 außer Eingriff gebracht, während der Drehmomentübertragungsmechanismus 36 in Eingriff gebracht wird und der Drehmomentübertragungsmechanismus 40 im Eingriff verbleibt. Dies hat zur Folge, dass das Hohlradelement 66 (Knoten 66A) ein Reaktionselement wird und sowohl das Planetenträgerelement 68 (Knoten 68A) als auch das Hohlrad-element 56 (Knoten 56A) Einheits-Antriebsselemente werden. Die Sonnenradelemente 54 und 64 (Knoten 54A, 64A) werden bei einem durch die Planetenradsätze 26 und 28 (Hebel 26A und 28A) bestimmten Verhältnis einer Übersetzung ins Schnelle vorwärts angetrieben. Wie man in Fig. 2 erkennen kann, hat eine Sperre am Knoten 66A und ein Einheits-Antrieb am Knoten 56A einen Abtrieb mit einer Übersetzung ins Schnelle an dem Knoten 58A und daher der Abtriebswelle 22 zur Folge. Das sechste Vorwärtsantriebsverhältnis wird durch die Planetenradsätze 26 und 28 (Hebel 26A, 28A) bestimmt.

[0026] Das Wahrheitstabellendiagramm in Fig. 3 liefert einen Satz von Antriebsverhältnissen, die mit der oben beschriebenen Planetenradanordnung 14 möglich sind, sowie ein Eingriffsprogramm, das befolgt wird, um die Antriebsverhältnisse einzurichten. Diese Verhältnisse sind bestimmt, wobei Verhältnisse von Hohlrad zu Sonnenrad ( $R1/S1$ ,  $R2/S2$  und  $R3/S3$ ) identisch sind und einen Wert von 2,30 haben. In der Wahrheitstabelle gibt die Bezeichnung X an, dass ein Drehmomentübertragungsmechanismus in Eingriff gebracht ist, und die Bezeichnung G gibt an, dass der Drehmomentübertragungsmechanismus in Eingriff gebracht ist, um als eine Vorrichtung beim Anfahren des Fahrzeugs oder zur Garagenschaltung zu dienen. Lediglich der Drehmomentübertragungsmechanismus 30 wird als eine Vorrichtung beim Anfahren eines Fahrzeugs verwendet. Es sollte besonders erwähnt werden, dass alle sequentiellen Vorgänge beim Hochschalten und Herunterschalten Wechsel mit Einzelübergängen sind. Es sollte ebenfalls besonders erwähnt werden, dass Skip- bzw. Übersprungschaltvorgänge vom ersten zum dritten, zweiten zum vierten, dritten zum fünften oder sechsten und vierten zum sechsten ebenfalls Schaltvorgänge mit Einzelübergängen sind. Die Gesamtüberdeckung der Vorwärtsverhältnisse beträgt 6,18, was gut im Rahmen von Kriterien für gute Entwürfe liegt, wie die Stufe von Vorwärts auf Rückwärts von 0,70. Das erste Vorwärtsverhältnis und Rückwärtsverhältnis werden, wenn sie mit herkömmlichen Achsantriebsverhältnissen kombiniert werden, gestatten, dass das Getriebe sehr gut arbeitet, ohne dass eine hydrodynamische Antriebseinheit zwischen dem Motor 12 und der Antriebswelle 18 angeordnet ist.

[0027] Wie vorher erwähnt wurde, ist das Sonnenradelement 42 das Reaktionselement für sowohl das Vorwärts-Anfahrverhältnis (erstes Verhältnis) als auch für das Rückwärts-Anfahrverhältnis. Wie dem Fachmann evident ist, ist die Drehmomentreaktion am Sonnenradelement 42 geringer als das Motordrehmoment während des ersten und Rückwärtsverhältnisses, und der Drehsinn der Drehmomentreaktion liegt in der gleichen Richtung. Bei dieser Anordnung muss die erregende und aberregende Drehrichtung für eine Bandvorrichtung nicht betrachtet werden, da die Erregungsrichtung identisch ist und der Drehmomentwert in Bezug auf die Drehmomenteinspeisung des Motors der gleiche ist. Die Verwendung einer Band- und Trommleinheit für hohe

Drehzahlen und geringes Drehmoment ermöglicht eine bessere Steuerung und verbesserte Kühlung unter einer Drehmomentlast.

[0028] Nach den Fig. 4 und 5 weist der Drehmomentübertragungsmechanismus 30B zwei Halbbänder 74 und 76 auf, die jeweils über Reibung mit einer Trommel 78 in Eingriff stehen. Das Sonnenradelement 42 ist an einer Nabe 80 der Trommel 78 befestigt oder mit ihr einstückig ausgebildet. Das Halbband 74 weist einen an seinem einen Ende ausgebildeten Zapfen 82 auf, der in eine Fassung oder einen Sitz 84 eingepasst ist, der in einem Getriebegehäuse 86 ausgebildet ist. Das Halbband 74 weist einen auf seinem anderen Ende ausgebildeten Anker 88 auf. Das Halbband 76 weist auf gegenüberliegenden Enden ausgebildete Anker 90 und 92 auf. Der Anker 88 steht mit einer Stange 94 in Wirkverbindung, die an einem Kolben 96 befestigt ist. Der Anker 90 steht mit einem Paar Stangen 98 in Wirkverbindung, die mit einem Kolben 100 in Wirkverbindung stehen. Der Anker 92 steht über eine Stange 104 mit einem Kolben 102 in Wirkverbindung.

[0029] Die Kolben 96 und 100 sind in einer im Getriebegehäuse 86 ausgebildeten gestuften Bohrung 106 verschiebbar angeordnet. Die Kolben 96 und 100 weisen jeweilige Ringdichtungen 108 und 110 auf, die daran angebracht sind, so daß sie mit der gestuften Bohrung 106 abdichtend in Eingriff stehen. Ein Fixier- oder Haltering 112 ist in der gestuften Bohrung befestigt, um die Kolben in der Bohrung 106 geeignet positioniert zu halten, so dass dazwischen ein Hohlraum 114 ausgebildet wird. Eine Feder 113 treibt bzw. drängt den Kolben 96 in der Bohrung 106 aufwärts, und eine Feder 115 drängt den Kolben 100 in der Bohrung 106 nach unten. Die Federn 113 und 115 drängen daher die jeweiligen Halbbänder 74 und 76 in Richtung auf eine ausgerückte Stellung. Der Hohlraum 114 steht mit der elektrohydraulischen Steuerung des Getriebes durch einen Kanal 116 in Fluidverbindung, so dass der Hohlraum 114 wie durch den Getriebebetrieb gefordert unter Druck gesetzt werden kann. Der Kolben 102 weist eine Ringdichtung 118 auf, die in einer im Gehäuse 86 ausgebildeten Bohrung 120 abdichtend in Eingriff steht, um mit dieser zusammenzuwirken, um einen Hohlraum 122 zu erzeugen, der über einen Kanal 124 mit der elektrohydraulischen Steuerung in Fluidverbindung steht. Die Kanäle 116 und 124 sind miteinander verbunden. Eine Feder 126 drängt den Kolben 102 in der Bohrung 120 nach unten, um dadurch das Halbband 76 in Richtung auf ausgerückte Stellung zu drängen.

[0030] Wenn die Kanäle 116 und 124 unter Druck gesetzt werden, drängt der Druck in dem Hohlraum 114 den Kolben 96 nach unten und den Kolben 100 nach oben, wie in Fig. 4 und 5 ersichtlich ist. Die Abwärtsbewegung des Kolbens 96 wird durch die Stange 94 auf den Anker 88 übertragen, und die Aufwärtsbewegung des Kolbens 100 wird durch die Stangen 98 auf den Anker 90 übertragen. Die durch den Kolben 96 auf das Halbband 74 übertragene Anzugskraft wird durch den Zapfen 82 gegen das Gehäuse 86 abgeleitet. Der Druck im Hohlraum 122 drängt den Kolben 102 nach oben, so dass dem Anker 92 über die Stange 104 eine Aufwärtskraft aufgeprägt wird.

[0031] Der Anker 90 ist im wesentlichen ein Ableitungspunkt für das Halbband 76, wenn die Trommel versucht, im Gegenuhrzeigersinn in Fig. 5 zu drehen. Die Kombination von Kräften, die von den Kolben 96 und 100 zugeführt werden, schafft ein System, worin der Druck dem durch die Halbbänder 74 und 76 übertragenen Drehmoment proportional ist. Der Druck wird durch einen nicht dargestellten herkömmlichen Druckregler reguliert, um die Stellung des Ankers 90 beizubehalten. Dies hilft dabei, Störungen im Antriebsweg während eines Verhältniswechsels zu reduzieren.

[0032] Der Zapfen 82 wirkt gegen das Gehäuse 86, und die beiden Halbbänder 74 und 76 werden in einen gesteuerten Reibeingriff mit der Trommel 78 gebracht, um dadurch eine Drehung der Trommel 78 und des Sonnenradelements 42 zu stoppen. Durch Steuern des Druckanstiegs in den Hohlräumen 114 und 122 wird der Reibeingriff der Halbbänder 74 und 76 gesteuert, und das Sonnenradelement 42 wird die darauf ausgeübte Drehmomentreaktion in einer gesteuerten Rate aufnehmen, wodurch ein gesteuertes Anfahren des Fahrzeugs ermöglicht wird. Die Verwendung eines Halbbandes ermöglicht ein steiferes Steuerungssystem, da die Banddicke vergrößert werden kann, ohne die Lastverteilung auf der Reibfläche signifikant zu stören.

[0033] Der Druck in den Kanälen 116 und 124 kann durch die Stellung der Stangen 98 reguliert werden, um den Druck zuzuführen, der benötigt wird, um die Stellung des Bandes 76 beizubehalten. Dieser Druck nimmt dann mit erhöhtem Drehmoment zu und nimmt mit verringertem Drehmoment ab, um eine Steuerung des Anziehens und LöSENS des Bandes 76 zu unterstützen. Die Doppel-Servoeinrichtung hat sehr geringe Netto-Radialkräfte zur Folge, welche die Notwendigkeit eines stationären Zapfens auf der Trommel 78 vermindern. In der alternativen Ausführung kann der Anker 90 auf dem Getriebegehäuse 86 gehalten werden, und der Kolben 108, die Stangen 98 und die Feder 115 wären eliminiert.

#### Patentansprüche

1. Lastschaltgetriebe zur Verwendung in einem Antriebsstrang mit einem Motor zum Liefern einer Drehleistung an das Getriebe, wobei das Getriebe umfasst: eine Antriebswelle, die mit dem Motor für eine Drehung durch diesen in kontinuierlicher Antriebsverbindung steht; eine Abtriebswelle; einen ersten Planetenradsatz mit einem ersten Element, einem zweiten Element und einem dritten Element, wobei das erste Element über die Antriebswelle mit dem Motor in kontinuierlicher Antriebsverbindung steht; einen ersten wahlweise in Eingriff bringbaren Drehmomentübertragungsmechanismus, der mit dem zweiten Element des ersten Planetenradsatzes in Wirkverbindung steht und steuerbar in Eingriff gebracht werden kann, um das zweite Element als ein Reaktionselement in dem ersten Planetenradsatz einzurichten, um dadurch das dritte Element als ein Abtriebsselement des ersten Planetenradsatzes einzurichten, um davon während eines Anfahrens ein Abtriebsdrehmoment zu liefern, das Verhältnisse in sowohl einem ersten Vorwärtsantriebsverhältnis als auch einem Rückwärtsantriebsverhältnis einrichtet; mindestens einen zweiten Planetenradsatz, der in stromabwärtiger Kraftflußbeziehung des ersten Planetenradsatzes und zwischen den ersten Planetenradsatz und die Abtriebswelle geschaltet ist, um die Drehmomentabgabe des ersten Planetenradsatzes weiter zu modifizieren.
2. Lastschaltgetriebe nach Anspruch 1, ferner umfassend: einen dritten Planetenradsatz, der in stromabwärtiger Kraftflußbeziehung mit dem ersten Planetenradsatz verbunden und mit dem zweiten Planetenradsatz zwischengeschaltet ist, wobei der dritte Planetenradsatz mindestens ein erstes und zweites Element aufweist, wobei das zweite Element mit der Abtriebswelle kontinuierlich verbunden ist;

einen zweiten wahlweise in Eingriff bringbaren stationären Drehmomentübertragungsmechanismus, der mit einem ersten Element des zweiten Planetenradsatzes in Wirkverbindung steht;  
 einen dritten wahlweise in Eingriff bringbaren stationären Drehmomentübertragungsmechanismus, der mit dem ersten Element des dritten Planetenradsatzes in Wirkverbindung steht; und  
 wobei der zweite Drehmomentübertragungsmechanismus während des Rückwärtsantriebsverhältnisses wahlweise vollständig in Eingriff gebracht wird vor einem wahlweisen Eingriff des ersten Drehmomentübertragungsmechanismus, der dritte Drehmomentübertragungsmechanismus während des ersten Vorwärtsantriebsverhältnisses wahlweise vollständig in Eingriff gebracht wird vor einem wahlweisen Eingriff des ersten Drehmomentübertragungsmechanismus und sowohl der zweite als auch dritte Planetenradsatz in Kombination mit dem ersten Planetenradsatz aktiv sind, um das Rückwärtsantriebsverhältnis und das erste Vorwärtsantriebsverhältnis einzurichten.  
 3. Lastschaltgetriebe zur Verwendung in einem Antriebsstrang mit einem Motor zum Liefern einer Drehleistung in einem ersten Drehsinn an das Getriebe, wobei das Getriebe umfasst:  
 eine Antriebswelle, die mit dem Motor zur gemeinsamen Drehung mit diesem kontinuierlich verbunden ist; eine Abtriebswelle;  
 einen ersten Planetenradsatz mit einem ersten Element, das mit der Antriebswelle für eine gemeinsame Drehung mit dieser antreibend verbunden ist, einem zweiten Element und einem dritten Element;  
 einen zweiten Planetenradsatz mit einem ersten Element, das mit dem zweiten Element des ersten Planetenradsatzes kontinuierlich verbunden ist, einem zweiten Element und einem dritten Element;  
 einen dritten Planetenradsatz mit einem ersten Element, das für eine gemeinsame Drehung mit dem zweiten Element des zweiten Planetenradsatzes kontinuierlich verbunden ist, einem zweiten Element, das für eine gemeinsame Drehung mit dem dritten Element des zweiten Planetenradsatzes verbunden ist, und einem dritten Element, das für eine gemeinsame Drehung mit der Abtriebswelle kontinuierlich verbunden ist;  
 einen ersten, wahlweise in Eingriff bringbaren Drehmomentübertragungsmechanismus, der ein Trommелеlement enthält, das mit dem zweiten Element des ersten Planetenradsatzes kontinuierlich verbunden ist und steuerbar betätigt wird, um mehrere Bandlelemente mit der Trommel in Eingriff zu bringen, um das zweite Element als ein Reaktionselement in dem ersten Planetenradsatz einzurichten, um dadurch das dritte Element als ein Abtriebsselement des ersten Planetenradsatzes einzurichten, um während eines Anfahrens ein Ausgangsdrehmoment und eine Drehung im gleichen Drehsinn wie der Motor zu liefern, was Verhältnisse in sowohl einem ersten Vorwärts-Anfahrverhältnis als auch einem ersten Rückwärts-Anfahrverhältnis einrichtet;  
 einen zweiten Drehmomentübertragungsmechanismus, der, wahlweise, wirksam mit dem dritten Element des zweiten Planetenradsatzes in Eingriff gebracht werden kann und dessen Drehung einschränkt und vor dem gesteuerten Eingriff des ersten Drehmomentübertragungsmechanismus vollständig in Eingriff gebracht wird, um das Rückwärts-Anfahrverhältnis zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle einzurichten;  
 einen dritten Drehmomentübertragungsmechanismus,

der wahlweise, wirksam mit dem zweiten Element des zweiten Planetenradsatzes in Eingriff gebracht werden kann und dessen Drehung einschränkt und vor dem gesteuerten Eingriff des ersten Drehmomentübertragungsmechanismus vollständig in Eingriff gebracht wird, um das erste Vorwärts-Anfahrverhältnis zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle einzurichten.

4. Lastschaltgetriebe zur Verwendung in einem Antriebsstrang mit einem Motor zum Liefern einer Drehleistung in einem ersten Drehsinn an das Getriebe, wobei das Getriebe nach Anspruch 3 ferner dadurch gekennzeichnet ist, dass:

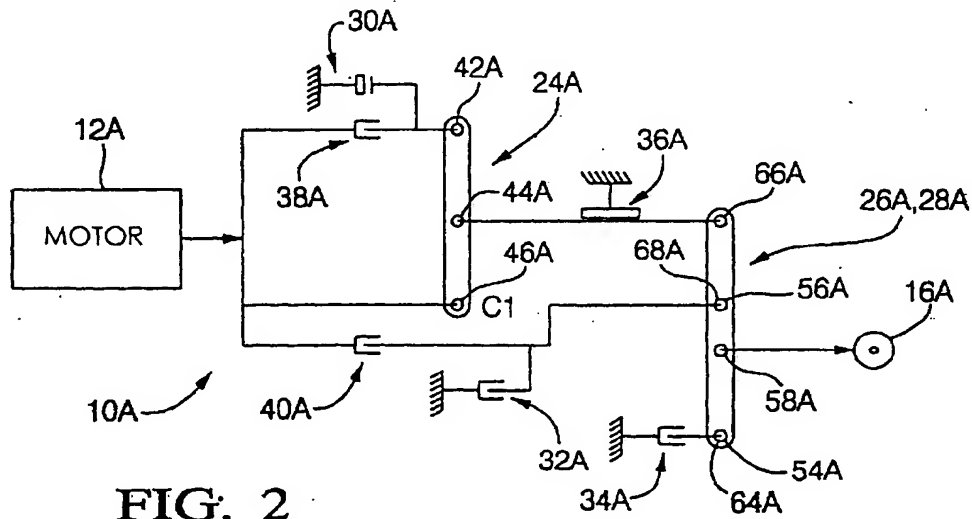
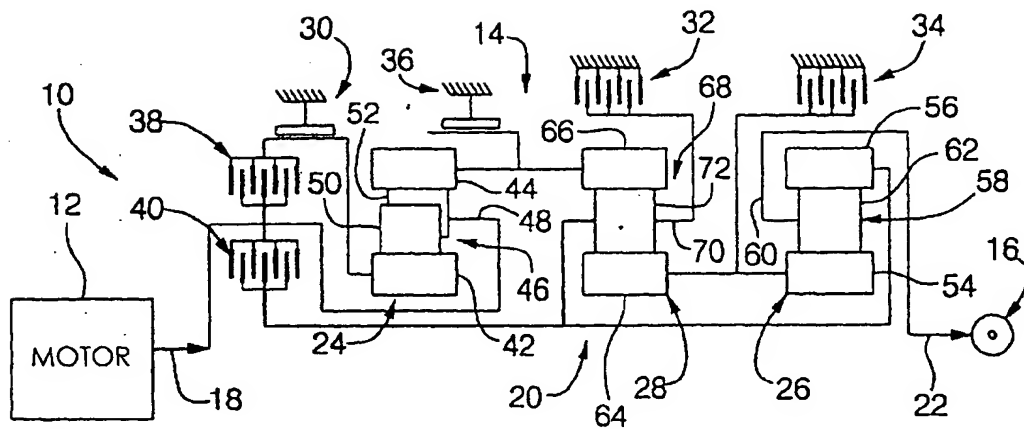
jedes der mehreren Bandlelemente ungefähr einen Halbumfang auf der Trommel aufweist, wenn sie vollständig in Eingriff gebracht sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



GANG	VER- HÄLT.	STUFE	38	40	34	32	30	36
RÜCKW.	-2.54	0.70				X	G	
NEUTR.								
1.	3.64				X		G	
2.	2.06	1.77	X		X			
3.	1.44	1.43		X	X			
4.	1.00	1.44	X	X				
5.	0.77	1.30		X			X	
6.	0.59			X				X
OAR	6.18		R1/S1 2.30		R2/S2 2.30		R3/S3 2.30	



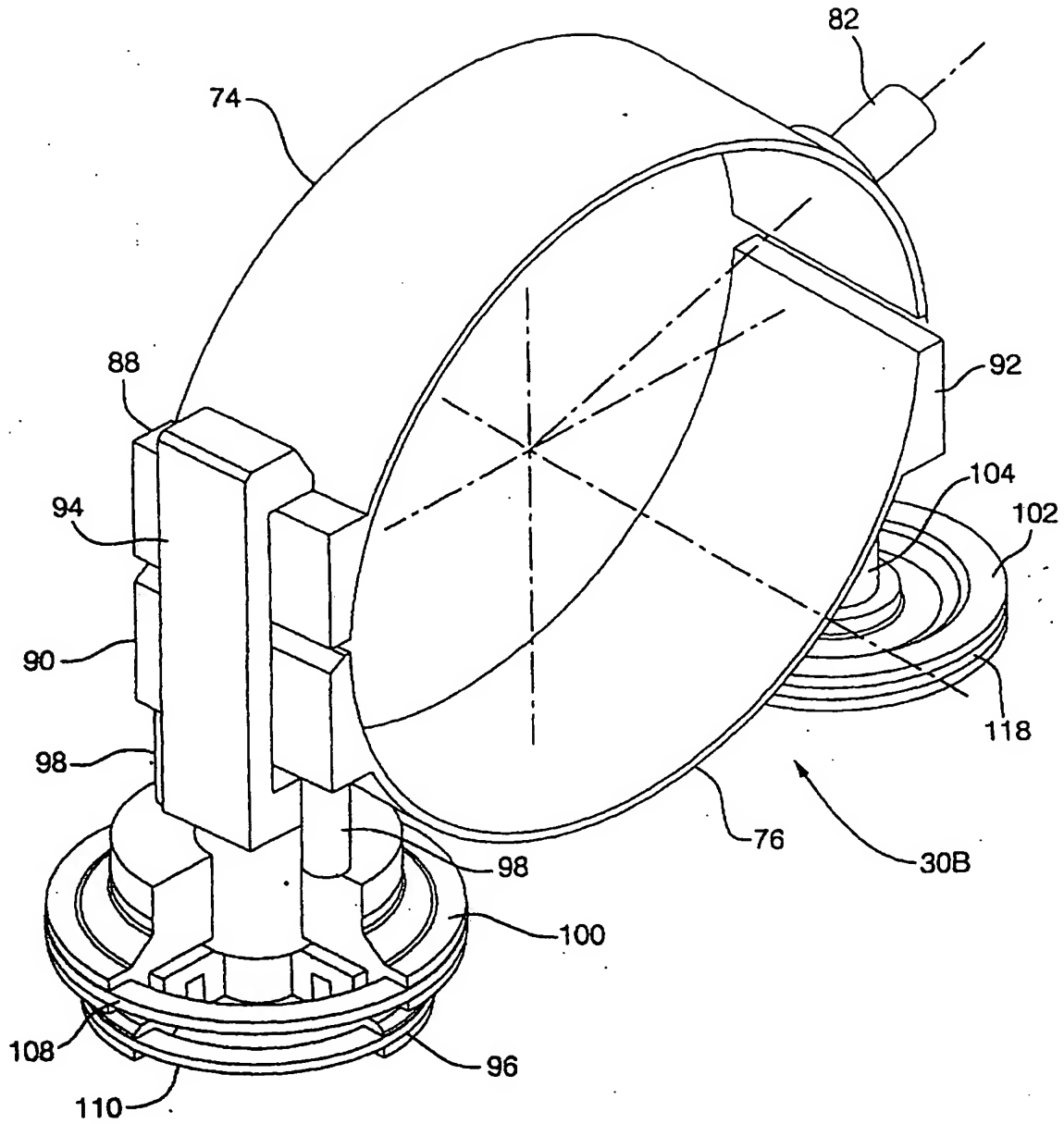


FIG. 4

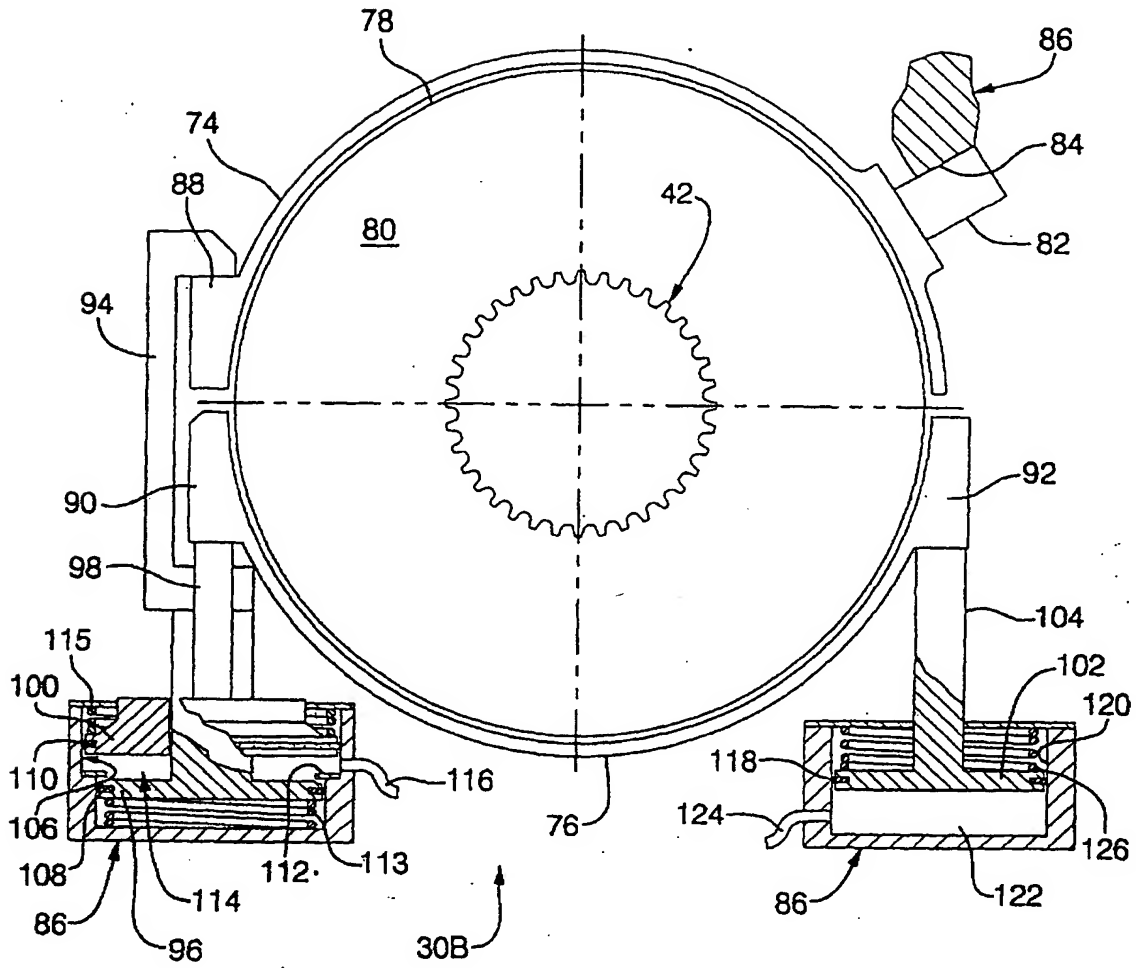


FIG. 5